



OBSERVATIONES

DE

CORPORUM LUCEM SIMPLICITER REFRINGENTIUM

ANGULIS POLARISATIONIS.

1169

1969

OBSERVATIONES

DE

CORPORUM LUCEM SIMPLICITER REFRINGENTIUM

ANGULIS POLARISATIONIS.

OBSERVATIONES
CIRCA NEXUM INTERCEDENTEM
INTER
CORPORUM LUCEM SIMPLICITER REFRINGENTIUM

VIM REFRINGENTEM

ET ANGULOS INCIDENTIAE
SUB QUIBUS
LUMINIS AB ILLORUM SUPERFICIEBUS REFLEXI

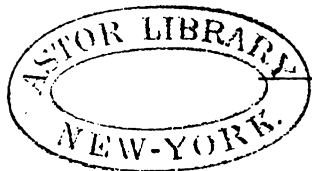
POLARISATIO

FIT PERFECTISSIMA.

DISSERTATIO INAUGURALIS
QUAM
AMPLISSIMI PHILOSOPHORUM ORDINIS AUCTORITATE
PRO SUMMIS IN PHILOSOPHIA HONORIBUS
IN UNIVERSITATE LITTERARIA BEROLINENSI
RITE ADIPISCENDIS
DIE X. SEPTEMBRIS MDCCCXXX HORA XI.
PUBLICE DEFENDET

AUCTOR
LUD. FRID. GUIL. AUG. SEEBECK.

OPPONENTIBUS:
F. Köhler, Phil. Dr.
F. Minding, Phil. Dr.
G. Schütz, Med. Dr.



BEROLINI.
TYPIS ACADEMIAE REGIAE SCIENTIARUM.
MDCCCXXX.

EXORDIUM.

§. Malu nexu ceden angul risatic terasq porun tes op

Vir clarissimus Malus quum insigni observatione invenisset, proprietatem illam, quam per duplicem refractionem lumen accipiat, et cui ipse *polarisationis* (1) nomen imposuit, impertiri etiam lumini a laevibus (neque vero metallicis) superficiebus reflexo, et esse unicuique corpori certum aliquem incidentiae angulum, sub quo perfectior illa proprietas evadat, quam sub quovis alio sive maiore, sive minore; frustra operam dedit, ut nexum aliquem inveniret, qui inter magnitudinem anguli illius (quem dicunt *angulum polarisationis*) ceterasque physicas ac praecipue opticas corporis reflectentis virtutes intercederet.

Invenit quidem Malus (2), *angulum polarisationis in universum maiorem esse in corporibus, quibus maior insit vis refringens;* neque eum fugit (3), angulum reflexionis, sub quo in prima corporis translucidi superficie (i. e. reflexione exteriore) perfectissima sit luminis polarisatio, non eundem esse atque illum, sub quo in secunda superficie (i. e. reflexione interiore), sed illum ad hunc ita referri, ut sinus incidentiae

(1) Voces: *polaris, polaritas, polarisatio,* ex aliis physices partibus depromptae, a variis naturae indagatoribus sunt sensu admodum diverso ad luminis doctrinam translatae. Illa, quibus Malus *polaritatis* sive *polarisationis* nomen dedit, phaenomena, etiamsi non aptissime, tamen usitatissime ita appellantur. Quibus quum conveniens idque breve nomen imponere hodie non facile esse videatur, non me impedivit vocis barbaries, quominus *polarisationis* nomine phaenomena notem, in quibus indagandis tanto litterarum commodo vir ille clarissimus operam consumpsit.

(2) *Théorie de la double Réfraction de la Lumière. Paris* 1810. p. 224.

(3) Ibid. p. 225.

ad sinum refractionis, qua lege horum angulorum alter tanquam alterius functio eruitur. Quae autem uterque angulus sit functio ceterarum corporis reflectentis proprietatum, MALO non contigit invenire.

Dicit enim vir praeclarus in epistola GILBERTO inscripta (d. d. 21. Dec. 1810.) ([1]), in variis se corporibus nec non in planis, quibus duo diversa corpora se contingentia disiungantur, angulos polarisationis indagasse, non autem, quas instituerit, mensiones sufficere ad eruendum nexum, qui inter hanc proprietatem atque vires refringentes dispergentesque et densitatem corporum intercedat.

Immo in tractatu lecto d. 11. Mart. 1811. ([2]) haec enunciat verba: „*J'ai déterminé sur beaucoup de substances l'angle de réflexion sous lequel la lumière incidente est le plus complètement polarisée et j'ai reconnu que cet angle ne suit ni l'ordre des puissances réfractives, ni celui des forces dispersives. C'est une propriété des corps indépendante des autres modes d'actions qu'ils exercent sur la lumière. Après avoir reconnu l'angle sous lequel ce phénomène a lieu pour différens corps, pour l'eau et le verre par exemple, j'ai cherché celui pour lequel le même phénomène auroit lieu à leur surface de séparation, lorsqu'ils sont en contact. Mais il reste à déterminer la loi suivant laquelle ce dernier angle dépend des deux premiers.*"

§. 2. BREWSTERI lex, qua angulus polarisationis pendet a vi refringente.

Post hanc sententiam a tam accurato rerum naturalium investigatore pronunciatam inexspectatum certo fuit, quod alius physicus, et hic de optice admodum bene meritus, BREWSTERUS e mensionibus ab ipso institutis simplicissimam derivavit legem ([3]), qua angulus polarisationis

---

([1]) *GILBERT's Annalen der Physik.* 1811. 1tes *Stück.* p. 113.

([2]) *Moniteur* 1811. *N.* 72. *Mémoire sur de nouveaux phénomènes d'optique, lu à la séance de la première classe de l'Institut par M. MALUS le* 11. *Mars* 1811.

([3]) *Philosophical Transactions.* 1815. p. 125-159. *On the laws which regulate the polarisation of light by reflexion from transparent bodies. By D. BREWSTER. In a letter etc. Read March* 16. 1815.

tanquam solius vis refringentis functio eruitur. Lex ea (1) hisce enunciatur verbis:

Index refractionis aequalis est Tangenti anguli polarisationis.

Quae et hoc modo potest exprimi:

Perfectissima est luminis a translucidi corporis superficie reflexi polarisatio, quando radius reflexus rectum comprehendit angulum cum radio refracto.

Mensiones, in quibus ea lex nititur, exhibet Brewsterus in tabula sequenti, cuius columna prima continet nomina corporum investigatorum, secunda angulos polarisationis e vi refringente secundum legem Tangentium *computatos*, tertia angulos polarisationis directe *observatos*, quarta differentias inter angulos observatos atque computatos (2). §. Brew mensi

(1) Breviter eam in hac dissertatione vel *legem Brewsteri* vel *legem Tangentium* nominabo.

(2) Brewsterus in quinta columna angulos polarisationis pro secunda corporum superficie computatos addit; qui anguli complementa sunt illorum, sub quibus in prima superficie polarisatio est perfectissima.

NOMINA CORPORUM.	ANGULI POLARISATIONIS COMPUTATI.		ANGULI POLARISATIONIS OBSERVATI.		DIFFERENTIAE.	
Aër (1)	45°	0′ 32″	45° vel 47°			
Aqua (2)	53°	11′	52°	45′	— 0°	26′
Fluor spathosus	55	9	54	50	— 0′	19
Obsidianus	56	6	56	3	— 0	3
Viscum	56	40	56	46	+ 0	6
Gypsum	56	45	56	28	— 0	17
Crystallus rupis	56	58	57	22	+ 0	24
Vitrum Opali instar coloratum	58	33	58	1	— 0	32
Topazius	58	34	58	40	+ 0	6
Mater margaritarum	58	50	58	47	— 0	3
Crystallus Islandica	58	51	58	23	— 0	28
Vitrum coloris aurantiaci . . .	59	28	59	12	— 0	16
Rubinus Spinellus	60	25	60	16	— 0	9
Zirconius	63	0	63	8	+ 0	8
Vitrum Antimonii	64	30	64	45	+ 0	15
Sulphur	63	45	64	10	+ 0	25
Adamas	68	1	68	2	+ 0	1
Plumbum chromicum	68	3	67	42	— 0	21

Summa differentiarum positivarum in 17 corporibus = 85′
» » negativarum » » » = 174′

(1) *Aëris* angulum polarisationis dimensus est ARAGO.

(2) *Aquae* angulus polarisationis observatus est ille, quem MALUS dimensus est. In Encyclopaedia Edinburghensi, duce BREWSTERO edita, quae in tractatu de Optice Vol. XV.

Non potest quidem ex iis, quae BREWSTERUS affert, aestimari, quanti angulorum tum computatorum, tum directe observatorum errores esse possint; attamen differentiae, quae inter utrosque intercedunt, non exiguae videbuntur consideranti, observatos valores e magno mensionum numero esse medios (¹), computatos autem tot fere minutis primis falsos esse, quot unitatibus tertii loci decimalis index refractionis erret. Anima siones Brew mensi

Fieri autem potest, ut praeter observationum errores fortuitos etiam aliae fuerint causae, quae in his differentiis momentum fecerint.

Primo enim inter octodecim corpora, quae in tabula praecedente exhibentur, plura sunt *duplice luminis refractione*, nimirum *Gypsum, Crystallus rupis, Topazius, Crystallus Islandica, Zirconius, Plumbum chromicum* ac probabiliter etiam *Sulphur*, quod num crystallinum, an fusum fuerit, BREWSTERUS non dicit (²). Neque solum apparet, BREWSTERI legem non satis definite enunciare, quomodo horum corporum anguli polarisationis computandi sint, sed etiam docemur disquisitione accuratiore, angulos polarisationis satis diversos in iis evadere pro diversa positione tum superficiei reflectentis, tum plani reflexionis erga opticos crystalli axes. Nonnulla, quae in *Crystallo Islandica* et *Plumbo chromico* observavit, exempla harum differentiarum ipse BREWSTERUS in seriore tractatu (³) affert. Neque exiguae eae sunt, sed v. c. in *Crystallo Islandica* secundum observationes meas ad 5 usque gradus procedunt, et quamvis non in reliquis omnibus, quae supra citata sunt §.

Part. II. p. 582. eandem continet tabulam, additus est angulus polarisationis ad aquam pertinens, quem serius ipse BREWSTERUS mensus est: .... 53° 6′
nec non eiusdem anguli valor, quem dedit BIOTUS: 53 4½
atque is, quem observavit ARAGO: 53 0
qui omnes ad angulum computatum propius accedunt, quam is, quem MALUS invenit.

(¹) Vide *Edinburgh Encyclopaedia* Vol. XV. Part. II. p. 582.

(²) Sulphuris nativi angulum polarisationis dimensus est BIOTUS = 59° 53′, ARAGO = 60° 35′. Vide *Biot Traité de Phys.* 1816. T. IV. p. 288.

(³) *Philosophical Transactions.* 1819.

corpora lucem dupliciter refringentia, tantae sint suspicandae, fieri potest, ut in aliis etiam maiores inveniantur.

Hae ipsae differentiae, quarum leges accuratius explorare haud dubie operae pretium est, perspicue demonstrant, nexum inter angulos polarisationis et vires refringentes corporum intercedere; tamen e modo dictis apparet, hunc corporum ordinem parum convenire ad confirmandam legem, quippe qualis a Brewstero enunciata est, quum et casui relinquatur, quem inter diversos angulos polarisationis observes, et arbitrio, quem refractionis valorem velis ad calculos vocare. Verbi causa Brewsterus angulum polarisationis computasse videtur in *Crystallo Islandica* ex indice refractionis usitatae, quem Malus invenit ([1]), in *Zirconio* e valore minimae refractionis extraordinariae ([2]), in *Plumbo chromico* e valore minimae refractionis ([3]) ab ipso inventis.

Quare non mirum videbitur, quod in tabula supra citata differentiae dimidii fere gradus inter angulos computatos et observatos in corporibus duplice refractione praeditis occurrunt, quum e modo dictis multo maiores differentiae possint explicari.

§. 5. Deinde vero inter corpora lucem *simpliciter* refringentia unus est ordo, ad quem, secundum Brewsteri observationes ([4]), mira quadam exceptione lex Tangentium non pertinet; *vitra* dico. Brewsterus enim narrat, tantum abfuisse, ut, quum de ea lege disquisitionem susceperit, observationes in vitris factas in ordinem aliquem redigere potuerit, ut porro investigare destiterit; posthac vero, quum in diversis superficiebus unius eiusdemque vitri angulos polarisationis satis diversos invenerit, se denuo in hanc rem inquirere instituisse, vitris plane neglectis, quippe quae, dum aëri exposita sint, mutationem aliquam chemicam sive in-

---

([1]) *Théorie de la double Réfraction* p. 154.

([2]) *A Treatise on New Philosophical Instruments by D. Brewster. Edinburgh* 1813. p. 283.

([3]) Ibid.

([4]) *Philosophical Transactions.* 1815. p. 126.

crustationem experiantur, per quam, non mutata totius massae vi refringente, tamen angulus polarisationis mutetur. Hoc facillime vitare tibi videaris, si superficies recens politas in disquisitionem voces; Brewsterus autem non dicit, eius rei periculum se fecisse.

Duo tantummodo vitra in tabula enumerantur, alterum Opali instar coloratum, alterum coloris aurantiaci, quorum posterius, si (ut solet) carbone betulae coloratum erat, omnium fere vitrorum facillime decomponitur.

Qualiscunque autem est causa huius anomaliae in vitris observatae, similem aliquam mutationem etiam in ceterorum corporum superficiebus locum habuisse facile suspiceris, quae ut plurimum ad maiores illas differentias contribuerit, fieri potest.

Et alia forsitan accedit causa. E computatis angulis cognosci §. 6
potest, valores refractionis, quos Brewsterus ad calculos vocavit, maxima ex parte eos esse, quos ipse prius dimensus est et in libro suo: *A Treatise on New Philosophical Instruments* in medium protulit; non autem liquet, num eadem ad metiendos angulos polarisationis exemplaria adhibuerit, quibus antea ad indagandam vim refringentem usus est, id quod in iis saltem corporibus non verisimile est, in quibus medium, uti videtur, valorem indicis refractionis e diversis observationibus sumpsit. Verbi causa quoad *Vitrum Antimonii* valorem medium ex indice refractionis, quem ipse, eoque, quem Wollaston invenit, et quoad *Adamantem* valorem medium e duabus, quas ipse instituit, refractionis observationibus ad angulos computandos adhibuisse videtur. Est autem index refractionis in *Vitro Antimonii* auctore Brewstero 2,216, auctore Wollastone 1,980, auctore Newtone 1,889; item in *Adamante* auctore Newtone 2,439, auctore Brewstero 2,470 et 2,487, auctore Rochone 2,755, id quod in computatione tantum efficit discrimen [1], ut ad indicem refractionis et angulum polarisationis accurate inter se compa-

---

[1] Cf. adnotationem priorem fini huius dissertationis adiectam.

randos in uno eodemque exemplari utramque proprietatem indagari opus esse videatur.

§. 7. Dissertationis argumentum. Quum igitur disquisitionem de ea materia altius persequi instituissem, opus esse mihi visum est, *ut primo nonnisi corpora simpliciter lucem refringentia in disceptationem vocarem, ad vitra potissimum indaganda animum adverterem et, vires refringentes atque angulos polarisationis in iisdem exemplaribus accuratissime observans, Brewsteri legem quoad hunc corporum ordinem denuo experientia tentarem.*

Apparatibus infra describendis instructus sperare poteram, fore ut observationes satis accuratae evaderent.

§. 8. Dispositio. In priore huius dissertationis parte descriptionem instrumenti et methodi, quibus ad explorandas vires refringentes usus sum, nec non harum virium valores e mensionibus derivatos in medium proferam; in altera parte instrumentum atque methodum in indagandis angulis polarisationis usurpata describam et angulos observatos cum angulis secundum Brewsteri legem e refractione computatis comparabo.

PARS PRIOR.

OBSERVATIONES DE CORPORUM INDAGATORUM VI REFRINGENTE.

I.

DESCRIPTIO INSTRUMENTI ET METHODI, QVIBUS AD EXPLORANDAM VIM REFRINGENTEM USUS SUM.

Corporum vim refringentem mensus sum luminis prismata permeantis deflexione. §.

Instrumentum, quo in ea indagatione usus sum, exhibetur in Fig. 1. ([1]). Descrip instrum

Limbus horizontalis AA, cuius diametrus decem pollices efficit, sustinetur tripode P, tribus cochleis B, B, B instructo. Neque hae partes, neque telescopium EE, quo cognosci potest, num positionem mutaverit instrumentum, inter observationes moventur. Ceterae instrumenti partes cum alidada sunt iunctae, ita ut una cum ea moveantur. (Fig. 1.

Alidada CCC tribus constat brachiis, quorum quodque nonium gerit; his noniis, qui 120 gradus inter se distant, eccentricitatis vitia perinde corriguntur, ac noniis diametro sibi oppositis. Limbus aurichalceus, argento obductus directe ad 10′ usque divisus est; ope no-

---

([1]) Instrumentum, quod in hunc usum instituendum curavi, proprie est circulus speculis munitus (*Spiegelkreis*), a Troughtone artista confectus, qui facile ita, ut volui, poterat instrui, quia in superiore limbi parte sola erat alidada; specula ceteraeque partes ad ea pertinentes sunt infra limbum; quae autem, quum ad usum hoc loco describendum non pertineant, in figura sunt omissa.

niorum microscopiis (in figura non designatis) munitorum anguli ad 10″ usque legi et ad 5″ fere aestimari possunt. In uno alidadae brachio, apud *D*, apparatus est, quo alidada sisti et micrometrice moveri possit.

Alidada supra centrum portat cavum cylindrulum verticalem *G*, cuius exteriori parti duo affixa sunt brachia *HH* et *II*, quorum prius sustinet telescopium *FF* filis instructum, posterius oneratum est libramento *K*, ne ad telescopii partem instrumentum deprimatur. Axis telescopii *FF* recto secat angulo productionem axis, circa quem alidada convertitur. Quum telescopium *FF* cum cylindrulo *G* atque hic cum alidada firme sit coniunctus, telescopium nonnisi una cum alidada moveri potest.

Cavum cylindruli *G* continet axem in productione eius axis, circa quem alidada convertitur, situm, qui portat discum *aa*, duos fere pollices diametro continentem, ita ut hic moveatur quidem una cum alidada, sed solus quoque converti possit. Discus *aa* sustinet nucem *c*, eaque nux alterum eiusdem diametri gerit discum *dd*, in quo corpora observanda ponantur, et qui nucis motu ad horizontem versus paullulum inclinari et in ea positione tribus cochleis *b*, *b*, *b* (quarum tantum duae in figura conspiciuntur) firmari potest. Huius disci centrum (quod duae diametri rectis inter se angulis ductae significant), quando discus ad horizontem libratur, situm est in producto axe conversionis; margo eius inferiorem telescopii *FF* marginem versus porrigitur.

§. 10. Usus instrumenti. Hoc instrumento duplice ratione usus sum, tum ad explorandos prismatum angulos refringentes, tum ad metiendam luminis refracti deflexionem de via.

A. METHODUS, QUA PRISMATUM ANGULI REFRINGENTES EXPLORATI SUNT.

Mensus sum angulos prismatum refringentes, dum unum idemque obiectum ab utrisque eorum superficiebus observavi reflexum.

§. 11. Methodus observationis. Cogites, in instrumenti descripti disco *dd* prisma ita esse positum, ut margo eius indagandus cum illo, circa quem alidada converti-

tur, axe congruat, ambaeque eius superficies ad telescopii *FF* vitrum obiectivum versus spectent, id quod horizontali proiectione exhibetur in Fig. 2., ubi *nmo* est angulus inclinationis metiendus. (Fig. 2.

Iam cum telescopii vitrum oculare atque filum ita collocaveris, uti convenit distantiae obiecti in producto telescopii axe positi, (i. e. ita ut simul filum et obiectum distincta conspiciantur), in telescopio spectare poteris huius obiecti imaginem ab utroque prismatis latere reflexam, et quidem a dextero *mo*, si ad dexteram, a sinistro *mn*, si ad sinistram una cum prismate et telescopio alidadam ducis. Priore casu per dexterum solum, posteriore per sinistrum dimidium vitri obiectivi in telescopium lumen intrat. Iam cum unum idemque obiectum in utraque reflexione filo tectum erit, et, quos nonii indicant, gradus minutaque prima et secunda utrobique legeris, cognosces angulum inter utramque telescopii directionem comprehensum, unde prismatis angulus inclinationis computari potest.

Si enim vitri ocularis et fili positio talis est, qualem obiecto *directe* viso convenientem dixi, radii omnes ab uno obiecti puncto in planam superficiem incidentes et ab ea *reflexi* coniunguntur in filo, si id, quod est in producto telescopii axe, superficiei punctum, eadem, qua hic axis situs est, directione radium incidentem reflectit. Quod autem punctum iis, quas paragrapho antecedente posui, conditionibus in prismatis iacet margine. Ideo in eruenda computatione inter omnes radios a prismate reflexos unum tantummodo, qui in communem utriusque superficiei marginem incidit, contemplemur necesse est. §. 1 Anguli nationi mensio compu

Sit igitur *nmo* (Fig. 3.) prismatis et *mf* telescopii positio in reflexione dextera, *n'mo'* et *mf'* positiones, quae illis respondent, in reflexione sinistra, *sm* radius in marginem incidens utrique positioni communis. Ponatur angulus inter dexteram atque sinistram reflexionem descriptus (Fig. 3.

$$fmf' = 2\varepsilon$$

Prismatis latera, quippe quorum situs erga telescopium non mutatur, eundem angulum describunt, unde

$$nmn' = omo' = 2\varepsilon$$

Est autem

$$smo = 90^\circ - \tfrac{1}{2} smf$$
$$smn' = 90^\circ - \tfrac{1}{2} smf'$$

ideo

$$omn' = 180^\circ - \tfrac{1}{2} smf - \tfrac{1}{2} smf'$$
$$= \tfrac{1}{2}(360^\circ - smf - smf')$$
$$= \tfrac{1}{2} fmf' = \varepsilon$$
$$nmo = nmn' - omn' = 2\varepsilon - \varepsilon$$
$$nmo = \varepsilon$$

Angulus igitur inter utramque reflexionem descriptus aequalis est duplici prismatis angulo inclinationis.

De prismate recte collocando. Postulavi §. 11., ut prismatis margo congruat cum axe, circa quem alidada convertitur, i. e. 1) ut accurate supra limbi centrum iaceat, 2) ut axi conversionis parallelus sit.

§. 13. Quarum conditionum priori satisfeci, dum marginem illum in insignito centro disci dd (Fig. 1.) collocavi. Parvulum, quod fieri potest, ut in ea re supersit, vitium efficiet quidem parallaxin, quae tamen, dummodo obiectum reflexum satis longe distet, perquam exigua erit. Plerumque deductore fulminis 4450 pedibus remoto, qui a prismatis faciebus reflecteretur, usus sum, quo factum est, ut errores e parallaxi illa oriundi longe minores evaserint, quam qui ceteris observationum vitiis exsistere potuerunt. In paucis modo prismatibus indagandis, quorum superficies minus planae erant, quorum igitur vis refringens minus accurate poterat explorari, quam ceterorum, lucerna 142 pedibus remota usus sum, quae reflecteretur; tunc quoque vitia e dicta parallaxi oriunda minora sunt, quam reliqui errores fortuiti.

Alteri conditioni (ut margo prismatis axi, circa quem alidada convertitur, sit parallelus i. e. ad limbum perpendicularis) quam accuratissime satisfieri opus est. Quod hac ratione exsecutus sum. §. 14

Instrumento per cochleas *B*, *B*, *B* (Fig. 1.) ita collocato, ut pars aliqua obiecti directe visi (puta marginem tecti) cum telescopii filo horizontali congrueret, discum *dd* et prisma ope cochlearum *b*, *b*, *b* ita posui, ut in utraque reflexione idem tecti margo cum filo horizontali congrueret. Quod fieri non potest, nisi cum ambo prismatis plana, ideoque communis eorum margo axi conversionis parallela sunt.

Opus est indagatu, num mensionibus adhibendae sint correctiones, si forte telescopii *FF* situs erga instrumentum paullulo differt ab eo, qui in descriptione (§. 9.) postulatur. Correct

Primum: Vitium collimationis, si quod est (i. e. si axis telescopii minus accurate directus est per punctum in producto axe conversionis situm), nihil ad mensiones facit, cum a limbo recte indicetur angulus a telescopio, quamvis maxime extra centrum directo, descriptus. Parvula, quae exinde nasci posset, parallaxis tunc modo paullulum aliquid momenti haberet, si vitium collimationis admodum magnum et obiectum reflexum valde propinquum esset; in iis vero, quas institui observationes, omnino negligenda est, quippe quae tanta obiecti distantia, quantam in plerisque observationibus fuisse, supra (§. 13.) dixi, plus quinque millies minor est, quam vitium collimationis, quod ipsum non ultra 10″ efficere inveni. §. 15

Alterum, quod in situ telescopii esse potest vitium, hoc est, quod axis telescopii limbo forte non est parallelus, sed parvo angulo x eum versus inclinatus. Hoc quoque vitium ad has mensiones nihil valet. §. 16

Ponamus enim, in delineatione sphaerica e centro *M* descripta (Fig. 4.) *AA'* esse vel limbum vel circulum limbo parallelum; *BM* sit directio telescopii vitio x affecti, ea quidem positione, qua *directe* conspicitur obiectum, ita ut *B'M* directio sit radii ab obiecto proficiscentis; *CM* sit eiusdem telescopii directio, quando per *reflexio-* (Fig. 4.)

nem obiectum videtur; tum necesse est, si arcus BA, $B'A'$, CE rectis angulis ad circulum AA' ducuntur, esse

$$AB = A'B' = EC = x$$

Iam si per puncta C et B' circulus maximus ponitur, qui circulum AA' in puncto D secat, est

$$\Delta EDC \cong \Delta A'DB'$$

unde

$$CD = B'D$$

itaque, quoniam $B'M$ incidentis et CM reflexi radii directio est, MD est linea ad superficiem reflectentem perpendicularis.

Sequitur vero ex eorundem triangulorum congruentia

$$ED = A'D$$

itaque, quoniam $A'M$ foret radii incidentis et ME radii reflexi directio, si vitium $x = 0$ esset, etiam hoc casu MD linea foret ad superficiem reflectentem perpendicularis.

Itaque quoad superficiei reflectentis positionem perinde est sive adest vitium x, sive deest; neque hoc vitium quidquam momenti habet ad angulos inclinationis per reflexionem metiendos.

Quare omnino mensionibus illis nullae adhibendae sunt correctiones.

B. METHODUS, QUA VARIIS INCIDENTIAE ANGULIS DEFLEXIO LUMINIS PRISMATA PERMEANTIS EXPLORATA EST.

§. 17. **Prismatis positio et luminis deflexio quomodo sint exploratae. (Fig. 5.)** In his quoque observationibus instituendis prisma in disco dd (Fig. 1.) ita collocatur, ut eius margo cum axe, circa quem alidada convertitur, congruat, ita tamen, ut alterum eius latus mo (Fig. 5.) ad telescopii vitrum obiectivum, alterum autem mn ad remotam aliquam lucernam spectet. Prismatis positio erga telescopium inter observatio-

nes ad unam mensionem pertinentes non mutatur, neque hoc sine illo movetur. Observationes hae sunt:

1) Per vitri obiectivi dimidium a prismate non opertum *directe* lucernam illam specto, qua apparente in filo telescopii, angulum lego a noniis indicatum. Qui angulus sit $= p$.

2) Alidadam cum telescopio et prismate ita duco, ut eiusdem lucernae imago ab ea prismatis superficie, quae telescopium versus spectat, *reflexa* in filo appareat; angulus hac positione a noniis indicatus sit $= q$.

3) Alidadam cum telescopio et prismate ad oppositam partem ita duco, ut lucernae imago a prismate per *refractionem* orta ([1]) in filo appareat; angulus hac positione a noniis indicatus sit $= r$.

Differentia inter angulos tertia atque prima positione indicatos, $r - p$, est luminis deflexio de via, quae $= \theta$ ponatur. Differentia autem inter angulos prima atque secunda positione indicatos, $p - q$, duplo maior est, quam angulus, qui prismatis superficie posteriore (*mo* Fig. 5.) et axe telescopii sive radio egrediente continetur, et qui ponatur $= 90° - \psi$. Est igitur

$$\theta = r - p \qquad \psi = 90° - \tfrac{1}{2}(p - q)$$

Ex his duabus quantitatibus et prismatis angulo inclinationis ε vis refringens est computanda.

Inter radios in prisma incidentes et ab eo refractos is modo (perinde ac supra §. 12., ubi de reflexione disserui) contemplandus est, qui incidit in prismatis marginem quippe pro medio vitro obiectivo situm. Quare refractio in Fig. 6. tanquam in hoc ipso margine facta exhibetur. §. 18 Computatio vis refringentis e quantitatibus observatis.

Sit enim ACB prismatis sectio ad marginem, ubi radius refringitur, perpendicularis, ita ut (Fig. 6.)

$$\angle\, ACB = \varepsilon$$

([1]) Cf. infra §. 24.

lineae CD et CE perpendiculares sint ad prismatis latera AC et BC; SC sit radius incidens et CT productio lineae SC, CR denique radius post refractionem factam egrediens; tunc RCT est radii deflexio de via,

$$\angle RCT = \theta$$

et BCR est angulus radio egrediente CR et posteriore prismatis latere CB contentus, quem $= 90° - \psi$ posuimus; est igitur

$$\angle RCE = \psi$$

Ut formula, qua index refractionis computetur, maiore cum symmetria eruatur, loco deflexionis θ introducatur angulus incidentiae SCD, qui littera ϕ designetur. Est enim

$$\phi = SCD = ACT - 90°$$
$$= \theta + 90° - \psi + \varepsilon - 90°$$
$$\phi = \theta + \varepsilon - \psi$$

Iam ex angulo incidentiae ϕ et angulo egressionis ψ et prismatis angulo inclinationis ε index refractionis, qui littera n designetur, computandus est.

Quodsi nexum inter n, ε, ϕ et ψ eruere velimus, opus erit, ut luminis directionem, dum per prisma transgreditur, sequamur. Sit
(Fig. 7.) igitur ACB in Fig. 7. prismatis sectio ad marginem perpendicularis, lineae FAD et FBE sint perpendiculares ad AC et BC ductae, SA sit iter luminis incidentis, AB iter luminis per prisma meantis, BR iter luminis egredientis; tunc est

$$\angle ACB = \varepsilon \quad \angle SAD = \phi \quad \angle RBE = \psi$$

Iam si $\angle FAB$ designatur littera α, et $\angle FBA$ littera β, secundum legem Cartesianam est

$$\sin\phi : \sin\alpha = \sin\psi : \sin\beta = n : 1$$

et secundum regulas trigonometricas

$$BF : AF = \sin\alpha : \sin\beta = \sin\phi : \sin\psi$$

cum vero $\angle AFB = 180 - \varepsilon$, est in $\Delta\, AFB$

$$\sin \alpha = \frac{BF \sin \varepsilon}{\sqrt{BF^2 + AF^2 + 2BF \cdot AF \cos \varepsilon}}$$

$$= \frac{\sin \phi \sin \varepsilon}{\sqrt{\sin \phi^2 + \sin \psi^2 + 2 \sin \phi \sin \psi \cos \varepsilon}}$$

et cum

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \alpha}$$

est

$$n = \frac{\sqrt{\sin \phi^2 + \sin \psi^2 + 2 \sin \phi \sin \psi \cos \varepsilon}}{\sin \varepsilon}$$

qua formula index refractionis ex angulis observatis computandus est.

Postulavi §. 17., ut prismatis margo supra ipsum limbi centrum iaceat. Quod eodem modo effeci, quo supra §. 13. in angulis inclinationis per reflexionem metiendis. Si quid in ea re superest vitii, parvula quidem inde parallaxis orietur, quae autem ut sit minima, inde fit, quod lucerna 142 pedibus ab instrumento erat remota. De pris recte c cando. §. 1

Deinde postulatur, ut prismatis margo axi, circa quem alidada convertitur, parallelus sit. Cui conditioni (si axem telescopii FF (Fig. 1.) limbo parallelum esse sumis) eo satisfit, quod illum, qui prisma sustinet, discum dd per cochleas b, b, b ita collocas, ut idem obiectum, quod directe visum in filo horizontali apparet, reflexum quoque atque refractum in eodem filo conspiciatur. §. 2

Sin autem telescopii axis limbo non est parallelus, sed parvo angulo x eum versus inclinatus, correctio calculo adhibenda est. Correct §. 2

Si enim ad prisma recte collocandum methodo uteris paragrapho antecedente descripta, ex iis, quae supra §. 16. de reflexione dixi, patet, posteriorem prismatis superficiem (scilicet eam, quae ad vitrum obiectivum spectet) perpendicularem esse ad limbum, quantumcunque sit vitium x. Sed altera quoque (sc. anterior) prismatis superficies ad limbum est perpendicularis. Quod ut appareat, viam luminis sequamur inversam i. e. inde a telescopio lucernam versus.

Cogites punctum M (Fig. 8.), in directione radii incidentis supra centrum limbi situm, centrum esse sphaerae, cuius circulus maximus (Fig. 8.)

DE limbo sit parallelus; ME sit linea ad posteriorem prismatis superficiem perpendicularis (quam lineam in plano MDE sitam esse, e modo dictis patet). Si rE est angulus egressionis ψ, qualem, correctione non adhibita, observatio praebet, et arcus Rr ad DE perpendicularis $= x$, RE verus est angulus egressionis, qui littera ψ' designetur, et RM est via radii egredientis.

In arcu RE si punctum C ita sumitur, ut

$$\sin RE : \sin CE = n' : 1$$

ubi n' verus sive correctus index refractionis sit, MC est directio radii, dum per prisma meat.

Si denique rs est angulus deflexionis non correctus, $= \theta$, et arcus Ss ad DE perpendicularis $= x$, SM est directio radii incidentis, quem igitur situm esse in plano per M, C, S posito, facile colligas. Hoc planum a circulo DE secetur in D.

Iam si arcus Cc ad DE ducitur perpendicularis, trigonometria docet

$$\sin RE : \sin CE = \sin Rr : \sin Cc$$

$$\sin SD : \sin CD = \sin Ss : \sin Cc = \sin Rr : \sin Cc$$

$$\sin SD : \sin CD = RE : \sin CE = n' : 1$$

i. e. MD est linea ad anteriorem prismatis superficiem perpendicularis, unde sequitur, hanc superficiem, quoniam planum MDE limbo parallelum est, ad limbum esse perpendicularem.

Si valores correcti nota insigniuntur, est

$$SD = \varphi' \quad CD = \alpha' \quad RE = \psi' \quad CE = \beta'$$
$$sD = \varphi \quad cD = \alpha \quad rE = \psi \quad cE = \beta\cdot$$

Docet autem trigonometria:

$$\sin sD : \sin cD = \operatorname{tg} Ss : \operatorname{tg} Cc$$
$$\sin rE : \sin cE = \operatorname{tg} Rr : \operatorname{tg} Cc$$

proinde

$$\sin sD : \sin cD = \sin rE : \sin cE$$

$$\sin \phi : \sin \alpha = \sin \psi : \sin \beta = n : 1$$

ubi n significat indicem refractionis non correctum. Est vero

$$\operatorname{tg} sD : \operatorname{tg} cD = \operatorname{tg} SD : \operatorname{tg} CD$$

$$\operatorname{tg} \phi : \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \phi' : \operatorname{tg} \alpha' = \frac{\sin \phi'}{\cos \phi'} : \frac{\sin \alpha'}{\cos \alpha'}$$

atque

$$\cos SD = \cos sD \, . \cos Ss$$

$$\cos CD = \cos cD \, . \cos Cc$$

ergo, quum

$$Ss = x \qquad \sin Cc = \frac{1}{n'} \sin x$$

$$\cos \phi' = \cos \phi \, . \cos x \qquad \cos \alpha' = \cos \alpha \sqrt{1 - \frac{1}{n'^2} \sin x^2}$$

itaque

$$\operatorname{tg} \phi : \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \phi'}{\cos \phi \cos x} : \frac{\sin \alpha'}{\cos \alpha \sqrt{1 - \frac{1}{n'^2} \sin x^2}}$$

$$\sin \phi : \sin \alpha = \frac{\sin \phi'}{\cos x} : \frac{\sin \alpha'}{\sqrt{1 - \frac{1}{n'^2} \sin x^2}}$$

$$\frac{\sin \phi}{\sin \alpha} = \frac{\sin \phi'}{\sin \alpha'} \cdot \frac{\sqrt{1 - \frac{1}{n'^2} \sin x^2}}{\cos x}$$

$$n = n' \frac{\sqrt{1 - \frac{1}{n'^2} \sin x^2}}{\cos x}$$

unde derivatur

$$n^2 - n^2 \sin x^2 = n'^2 - \sin x^2$$

$$n^2 - n'^2 = (n - n')(n + n') = (n^2 - 1) \sin x^2$$

ubi $n + n' = 2n$ ponere licet, ergo

$$n - n' = \frac{n^2 - 1}{2n} \sin x^2$$

sive

$$= \tfrac{1}{2} x^2 \cdot \frac{n^2 - 1}{n}$$

quae est quaesita correctio indicis refractionis.

§. 22. Ad reperiendam magnitudinem anguli x methodo vulgari usus sum. Eadem enim, qua telescopium FF (Fig. 1.) situm erat, altitudine alterum telescopium maius, filis instructum ita collocavi, ut ambo vitra obiectiva ad se invicem spectarent, et minoris telescopii fila in maiore possent conspici; simul autem per vitri obiectivi partem a minore telescopio non opertam spectarentur fenestrae domus 820 fere pedibus remotae. Maius telescopium ita erat directum, ut filum eius horizontale marginem fenestrae tegeret, simulque instrumentum per cochleas B, B, B ita erat collocatum, ut telescopii FF filum horizontale in maiore telescopio visum cum huius filo et illo fenestrae margine congrueret. Quo factum est, ut utriusque telescopii axis alter in alterius productione situs esset. Deinde sublato telescopio maiore alidadam 180° converti una cum minore telescopio, in quo margo ille fenestrae conspici posset. Iam si margo iste in filo horizontali apparuit, telescopium ad axem conversionis perpendiculare est, sin minus, differentia, quae aestimanda est angularis, par est duplici vitio x.

Inveni hac ratione, vitium x in instrumento non ultra 1′ 30″ esse, quare correctio inde oriunda $n - n'$ in nullo indice refractionis observato maior evadit, quam 0,00000018, quae multo minor est, quam errores e ceteris observationis vitiis oriundi. Itaque ea correctio plane negligi potest.

§. 23. Exiguum, de quo §. 15. dictum est, vitium collimationis (quod fere 10″ esse, simili modo inveni, quo vitium x indagavi) hic quoque, ut supra in metiendis angulis inclinationis, nullius momenti est.

Index igitur refractionis e formula §. 18. *exhibita sine ulla correctione computari potest.*

§. 24. *De luminis, quo refringendo usus sum, natura.* Tum ad indagandas vires refringentes, tum ad metiendos (quod infra describam) angulos polarisationis lumine lucernae oleariae usus sum. Quum id prismate refractum in colores dispergatur, filum telescopii in metienda luminis deflexione collocari debebat in media spe-

ctri parte, vel potius ita, ut, quae ad utramque fili partem sita essent, spectri dimidia (quantum fieri posset) lumine essent aeque copioso. Hunc locum fere ibi esse existimavi, ubi flava in viridem spectri partem transire incipit. Quo pacto, quamvis paullum dubia aestimatione, medios inveni refractionis valores in eum, quem volui, usum longe satis accuratos.

Quum vero maiorem observationum fidem pro ea, qua instrumentum confectum est, accuratione consequi liceret, sublata, quam aestimatio illa affert, dubitatione, etiam alius luminis deflexionem de via in pluribus corporibus dimensus sum.

Constat enim, flammam ab incenso spiritu vini praebitam maxima ex parte (praeter caeruleam illam, quae prope ellychnium est) flavam exhibere lucem, quae in *refractione* paene nullum experiatur *dispersum*. Quam si accuratius per prisma contemplaris, definitam flammae imaginem conspicis, quae neque colore, neque (cum minima est deflexio) figura differt ab ea, quae *directe* videtur. In altero eius margine virga conspicitur angusta viridis, latior caerulea, satis lata violacea. Rubens color in opposito flammae margine non apparet. Suntque virgae istae viridis, caerulea, violacea lumine longe exiliore, quam flava flammae imago, neque omnino videntur, lucerna satis distante vel loco non tenebricoso, ita ut sola pars flava conspiciatur, quae eandem fere, quam flamma directe visa, speciem praebet.

Spiritus vini, si minus, quam qui vulgo venit, aquae continet, vel inquieta comburitur flamma, lumen praebere solet satis candidum magisque splendens in suprema flamma, quod si per prisma contemplaris, perinde, atque alia luminis genera, spectrum exhibet.

Flava illa spiritus flamma, quippe quae dispersu caret, aptissima est, qua vis refringens (quoad eum, quem in spectro vulgari obtinet locum) accurate exploretur. Quare in iis corporibus, in quibus pro ceteris conditionibus subtiliorem mensuram agere licebat, huius quoque

lucis deflexionem dimensus sum, dum refractam eius imaginem in telescopii filo collocavi ([1]).

Rimam tres fere lineas latam, 142 pedibus ab instrumento remotam statui et, lucerna olearia post eam collocata, dimensus sum angulos p et q (cf. §. 17.) nec non angulum r pro media spectri parte; deinde, sublata lucerna olearia, alteram lucernam spiritu vini repletam post eandem rimam posui et, qui ad huius lumen pertinebat, angulum r dimensus sum. Qua ratione duos accepi valores deflexionis θ (quae est $= r - p$), sed unum modo duobus istis communem valorem anguli egressionis ψ $(= 90° - \frac{1}{2}(p - q))$. Exinde duo computantur indices refractionis, quorum alter ad medium spectrum flammae oleariae, alter isque paullo minor ad flammam spiritus vini pertinet.

Quamquam infra in angulis polarisationis secundum Brewsteri legem computandis valores indicis refractionis ad flammam oleariam pertinentes ad calculos vocaturus sum, tamen eos quoque numeros, qui ad flammam spiritus vini pertinent, citabo, quibus de instrumenti et observationum methodi fide iudicari possit.

([1]) Si lucidiorem flammam desideras, sal commune vel aliud sal Natri in spiritu vini solvas; his enim, uti Talbotus docet, flava lux non dispersiva praebetur. Inter flammam, quam spiritus vini sal commune continens, eamque, quam spiritus vini vulgaris gignit, sive directe sive per prisma spectatas, id modo discriminis interest, quod illa paullo lucidior est, quam haec. — Brewsterus in Encyclopaedia Edinburghensi (Vol. XV. Part. II. p. 633.) plures offert methodos, quibus spiritus vini citius comburatur atque ita flamma clarior exsistat. — Quorum autem subsidiorum nullo in his observationibus usus sum.

De alia notabili eiusdem flammae proprietate in adnotatione secunda ad finem huius tractatus adiecta disseram.

II.

VIRIUM REFRINGENTIUM VALORES OBSERVATI.

Prismata, quibus observationes institui, 4 vel 8 (plerumque 5 vel 6) lineas alta, eorumque superficies 3 vel 8 (plerumque 6 vel 7) lineas latae sunt. Quorum prismatum plurimis, quam accuratissime a mechanico confectis superficies sunt admodum planae, ita ut deductorem fulminis 4450 pedibus remotum in telescopio *FF* (Fig. 1.) conspicerem satis distincte ab iis reflexum, quo ad metiendos angulos inclinationis uti possem. Haec prismata tribus diversis positionibus in instrumento collocavi et quaque positione angulos inclinationis bis dimensus sum, ita ut anguli ε valorem acciperem medium e sex observationibus. Maximae singularum mensionum differentiae 16″,7 non excedunt, plerumque autem sunt minores. In paucis prismatibus, quorum minus planae erant superficies, bis modo angulum inclinationis mensus sum et lucernam oleariam 142 pedibus remotam, quae reflecteretur, usurpavi. §. 2 De ob[s]tionum uno eo que pri institut numero

Deflexionem luminis tribus plerumque (interdum duabus modo) diversis prismatis positionibus exploravi et quaque positione duas institui mensiones, ita ut in quovis prismate tres (vel duos) acciperem diversos valores anguli θ, vel, qui inde computantur, valores anguli φ (*) ad totidem valores anguli ψ pertinentes, qui omnes valores medii sunt e binis et qui, dum ad calculos vocantur, eiusdem indicis refractionis tres (vel duos) praebent valores, e quibus inter se comparatis fides observationum aestimari potest.

Cuiusque corporis indagati valorem, quem exploravi, medium anguli ε ac diversos tres (vel duos) valores anguli ψ cum angulis φ ad eos pertinentibus (*), nec non valores, qui inde computantur, indicis refractionis afferam. §. 2(Anguli c vati et i refracti inde co tati.

(*) Ubi refractionem luminis a spiritus vini flammâ emissi mediamque refractionem luminis a lucerna olearia prodeuntis dimensus sum (cf. §. 24.), ad eundem angulum ψ duo pertinent anguli φ paullulum diversi, qui duos praebent valores *n*.

1) *Fluor spathosus non coloratus*, perfecte translucidus.

$\varepsilon = 59^\circ\ 19'\ 16''$

quoad flammam olei	quoad flammam spiritus vini
a) $\psi = 67^\circ\ 57'\ 38''$	a) $\psi = 67^\circ\ 57'\ 38''$
$\phi = 27\ \ 54\ \ 51$	$\phi = 27\ \ 54\ \ 46$
$n =$ 1,43407	$n =$ 1,43405
b) $\psi = 45\ \ 58\ \ 46$	b) $\psi = 45\ \ 58\ \ 46$
$\phi = 44\ \ 27\ \ 1$	$\phi = 44\ \ 26\ \ 11$
$n =$ 1,43416	$n =$ 1,43399
c) $\psi = 40\ \ 57\ \ 1$	c) $\psi = 40\ \ 57\ \ 1$
$\phi = 49\ \ 42\ \ 2$	$\phi = 49\ \ 41\ \ 19$
$n =$ 1,43413	$n =$ 1,43400
Valor medius . . . . $n =$ 1,43412	Valor medius . . . . $n =$ 1,43401
Maxima singulorum valorum differentia . . . . $=$ 0,00009	Maxima singulorum valorum differentia . . . . $=$ 0,00006

2) *Fluor spathosus caeruleus*, satis translucidus.

$\varepsilon = 50^\circ\ 59'\ 23''$

quoad flammam olei

a) $\psi = 52^\circ\ 26'\ 41''$
$\phi = 25\ \ 27\ \ 16$
$n =$ 1,43432

b) $\psi = 38\ \ 6\ \ 52$
$\phi = 38\ \ 8\ \ 19$
$n =$ 1,43438

c) $\psi = 30\ \ 1\ \ 14$
$\phi = 46\ \ 51\ \ 16$
$n =$ 1,43436

Valor medius . . . . $n =$ 1,43435

Max. sing. val. diff. . . . . $=$ 0,00006

3) *Opalus communis.*

$\varepsilon = 54^\circ\ 30'\ 8''$

quoad flammam olei

a)	$\psi = 66^\circ$	27′	22″	
	$\phi = 22$	35	20	
	$n = \ldots$			1,45174
b)	$\psi = 43$	34	4	
	$\phi = 39$	47	5	
	$n = \ldots$			1,45162
c)	$\psi = 38$	2	15	
	$\phi = 45$	24	42	
	$n = \ldots$			1,45151
	Valor medius			$n = 1,45162$
	Max. sing. val. diff.			$= 0,00023$

4) *Vitrum A.*, Anglicum, non coloratum, quod dicitur: *Plateglass, Tafelglas.*

$\varepsilon = 59^\circ\ 30'\ 16''$

quoad flammam olei					quoad flammam spiritus vini				
a) $\psi = 69^\circ$	20′	55″			a) $\psi = 69^\circ$	20′	55″		
$\phi = 33$	20	18			$\phi = 33$	19	38		
$n = \ldots$				1,51298	$n = \ldots$				1,51283
b) $\psi = 48$	36	36			b) $\psi = 48$	36	36		
$\phi = 48$	42	55			$\phi = 48$	41	33		
$n = \ldots$				1,51301	$n = \ldots$				1,51275
c) $\psi = 42$	45	21			c) $\psi = 42$	45	21		
$\phi = 55$	8	25			$\phi = 55$	7	15		
$n = \ldots$				1,51296	$n = \ldots$				1,51276
Valor medius				$n = 1,51298$	Valor medius				$n = 1,51278$
Max. sing. val. diff.				$= 0,00005$	Max. sing. val. diff.				$= 0,00008$

5) *Vitrum B.*, non coloratum, *Tafelglas.*

$\varepsilon = 60^\circ\ 14'\ 59''$

quoad flammam olei						quoad flammam spiritus vini					
a)	$\psi =$	68°	3′	39″		a)	$\psi =$	68°	3′	39″	
	$\phi =$	36	19	30			$\phi =$	36	18	17	
	$n =$				1,52659		$n =$				1,52632
b)	$\psi =$	51	7	18		b)	$\psi =$	51	7	18	
	$\phi =$	48	54	49			$\phi =$	48	53	54	
	$n =$				1,52651		$n =$				1,52634
c)	$\psi =$	41	59	45		c)	$\psi =$	41	59	45	
	$\phi =$	59	14	16			$\phi =$	59	12	14	
	$n =$				1,52660		$n =$				1,52628
Valor medius				$n =$	1,52657	Valor medius				$n =$	1,52631
Max. sing. val. diff.				$=$	0,00009	Max. sing. val. diff.				$=$	0,00006

6) *Vitrum C.*, viride, Anglicum, quod dicitur: *Crownglass.*

Ut in uno saltem corpore indagato observationum fides iudicari posset e mensionibus diverso angulo refringente institutis, huius prismatis plana ita conficienda curavi, ut tres anguli inclinationis 50 et 60 et 70 fere gradus explerent (¹). Quo pacto in hoc vitro numeros ad vim refringentem pertinentes inveni hosce:

(¹) Hoc vitrum si prisma esset accuratum, i. e. si tres margines refringentes accurate sibi invicem paralleli essent, necesse foret (nisi observationum essent vitia), summam trium angulorum refringentium $= 180^\circ$ esse. Quae vero summa hic est $180^\circ\ 1'\ 8''$, paullo maior igitur, quam 180°, id quod necessario evenit, si superficies ita inclinantur, ut acutissimae pyramidis formam constituant.

I. $\varepsilon = 49^\circ\ 56'\ 8''$

	quoad flammam olei	quoad flammam spiritus vini
a)	$\psi = 69^\circ\ 0'\ 47''$	$\psi = 69^\circ\ 0'\ 47''$
	$\phi = 19\ \ 11\ \ 44$	$\phi = 19\ \ 10\ \ 42$
	$n =$ 1,53218	$n =$ 1,53188
b)	$\psi = 44\ \ 47\ \ 53$	$\psi = 44\ \ 47\ \ 53$
	$\phi = 35\ \ 59\ \ 31$	$\phi = 35\ \ 58\ \ 26$
	$n =$ 1,53211	$n =$ 1,53181

II. $\varepsilon = 59^\circ\ 58'\ 50''$

	quoad flammam olei	quoad flammam spiritus vini
a)	$\psi = 68^\circ\ 10'\ 31''$	$\psi = 68^\circ\ 10'\ 31''$
	$\phi = 36\ \ 13\ \ 13$	$\phi = 36\ \ 11\ \ 51$
	$n =$ 1,53210	$n =$ 1,53180
b)	$\psi = 48\ \ 53\ \ 45$	$\psi = 48\ \ 53\ \ 45$
	$\phi = 51\ \ 4\ \ 16$	$\phi = 51\ \ 3\ \ 19$
	$n =$ 1,53196	$n =$ 1,53178
c)	$\psi = 40\ \ 28\ \ 6$	$\psi = 40\ \ 28\ \ 6$
	$\phi = 61\ \ 15\ \ 3$	$\phi = 61\ \ 14\ \ 53$
	$n =$ 1,53186	$n =$ 1,53184

III. $\varepsilon = 70^\circ\ 6'\ 11''$

	quoad flammam olei	quoad flammam spiritus vini
a)	$\psi = 70^\circ\ 54'\ 34''$	$\psi = 70^\circ\ 54'\ 34''$
	$\phi = 54\ \ 21\ \ 26$	$\phi = 54\ \ 17\ \ 21$
	$n =$ 1,53237	$n =$ 1,53179
b)	$\psi = 61\ \ 34\ \ 50$	$\psi = 61\ \ 34\ \ 50$
	$\phi = 61\ \ 40\ \ 31$	$\phi = 61\ \ 38\ \ 11$
	$n =$ 1,53206	$n =$ 1,53178
	Valor medius . . . . $n =$ 1,53209	Valor medius . . . . $n =$ 1,53181
	Max. sing. 7 val. diff. . . . . = 0,00051	Max. sing. 7 val. diff. . . . . = 0,00010

7) *Vitrum D.*, viride, Anglicum *Crownglass*, quod praeter ferrum etiam plumbum continere verisimile est.

$\varepsilon = 60° \; 8' \; 26''$

quoad flammam olei						quoad flammam spiritus vini					
a)	$\psi =$	70°	24′	39″		a)	$\psi =$	70°	24′	39″	
	$\phi =$	36	55	20			$\phi =$	36	54	40	
	$n =$				1,55217		$n =$				1,55203
b)	$\psi =$	53	31	45		b)	$\psi =$	53	31	45	
	$\phi =$	48	41	34			$\phi =$	48	39	42	
	$n =$				1,55235		$n =$				1,55199
c)	$\psi =$	42	26	56		c)	$\psi =$	42	26	56	
	$\phi =$	61	12	1			$\phi =$	61	9	46	
	$n =$				1,55232		$n =$				1,55200
Valor medius				$n =$	1,55228	Valor medius				$n =$	1,55201
Max. sing. val. diff.				=	0,00018	Max. sing. val. diff.				=	0,00004

8) *Vitrum E.*, Anglicum, quod dicitur: *Flintglass.*

$\varepsilon = 60° \; 9' \; 57''$

quoad flammam olei						quoad flammam spiritus vini					
a)	$\psi =$	70°	25′	21″		a)	$\psi =$	70°	25′	21″	
	$\phi =$	39	2	13			$\phi =$	39	0	14	
	$n =$				1,57844		$n =$				1,57803
b)	$\psi =$	58	5	2		b)	$\psi =$	58	5	2	
	$\phi =$	47	2	52			$\phi =$	47	1	36	
	$n =$				1,57825		$n =$				1,57800
c)	$\psi =$	48	44	57		c)	$\psi =$	48	44	57	
	$\phi =$	56	3	11			$\phi =$	56	2	36	
	$n =$				1,57807		$n =$				1,57798
Valor medius				$n =$	1,57825	Valor medius				$n =$	1,57800
Max. sing. val. diff.				=	0,00037	Max. sing. val. diff.				=	0,00005

9) *Vitrum F.*, Anglicum *Flintglass.*

$\varepsilon = 59^\circ\ 30'\ 27''$

quoad flammam olei

a) $\psi = 70^\circ\ \ 43'\ \ 37''$

$\phi = 40\ \ \ 59\ \ \ 57$

$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 1,62052

b) $\psi = 51\ \ \ 10\ \ \ 35$

$\phi = 56\ \ \ 1\ \ \ 3$

$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 1,62062

Valor medius . . . . $n =$ 1,62057

Diff. duorum valorum . . . . . . $=$ 0,00010

10) *Pyropus* sive *Granatus.*

$\varepsilon = 48^\circ\ 10'\ 56''$

quoad flammam olei

a) $\psi = 63^\circ\ \ 57'\ \ 19''$

$\phi = 35\ \ \ 6\ \ \ 30$

$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 1,81369

b) $\psi = 47\ \ \ 51\ \ \ 23$

$\phi = 47\ \ \ 39\ \ \ 23$

$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 1,81361

c) $\psi = 38\ \ \ 11\ \ \ 49$

$\phi = 59\ \ \ 6\ \ \ 33$

$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 1,81338

Valor medius . . . . $n =$ 1,81356

Max. sing. val. diff. . . . . $=$ 0,00031

11) *Zincum sulphuratum flavum*, quod vir illustrissimus WEISS benevole mihi suppeditavit.

$\varepsilon = 34^\circ\ 59'\ 20''$

quoad flammam olei

a) $\psi = 66^\circ\ 59'\ 42''$
$\phi = 29\ \ 49\ \ 18$
$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 2,3683

b) $\psi = 45\ \ 49\ \ 54$
$\phi = 45\ \ 0\ \ 24$
$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 2,3693

c) $\psi = 36\ \ 42\ \ 46$
$\phi = 55\ \ 37\ \ 24$
$n = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ 2,3701

Valor medius . . . . $n = 2{,}3692$
Max. sing. val. diff. . . . . $= 0{,}0018$

In hoc extremo corpore singularum observationum differentiae sunt maiores, quia propter magnum dispersum colorum mediam spectri partem minore fide aestimare licuit.



PARS ALTERA.

OBSERVATIONES DE ANGULIS POLARISATIONIS EORUMQUE COMPARATIO CUM ANGULIS SECUNDUM BREWSTERI LEGEM COMPUTATIS.

I.

DESCRIPTIO INSTRUMENTI ET METHODI, QUIBUS AD METIENDOS ANGULOS POLARISATIONIS USUS SUM.

Instrumentum, quo in his mensionibus usus sum, in Fig. 9. exhibetur. §. 2. Instrum descript usus. (Fig. 9.

AAA est circulus divisus aurichalceus, ad verticem rectus et immobilis, cuius diametrus 6 pollices efficit. Alidada *BC* apud *C* sustinet nonium, qui angulos ad unum minutum primum indicat. Quae alidada movetur ope dentatae, quam in opposito fine portat, rotulae *B* in dentato circuli margine meantis.

Alidadae affixus est cochleis *aa* discus perforatus *bbb*, ad limbum perpendicularis, ita ut facies eius superior respondeat lineae collimationis alidadae.

Hic discus continet foramine rotundo annulum *ccc*, cuius diametrus 10 lineas efficit, et qui in disco ita potest converti, ut superior eius margo semper in superiore disci facie iaceat. In hunc annulum apud *X* superficies indaganda cum cera inseritur ita, ut cum superiore disci et annuli margine in unum planum incidat, i. e. ut ad limbum perpendicularis sit et lineae collimationis respondeat.

In eo circuli loco, cui inscriptum est 0°, affixus est tubulus *dd'*, intra nigratus, duos fere pollices longus, cui duo sunt foramina tenuia,

alterum d' in anteriore, alterum d in posteriore tubuli pariete. Intrat per ea foramina d et d' fascis luminis $dd'X$ a lucerna olearia D emissus, qui, diametro circuli per 0° et 180° ductae parallelus, in centrum annuli cc, ideoque in superficiem indagandam incidit. Iis, quas posui, conditionibus angulus a nonio C indicatus aequalis est angulo, qui fasce luminis et superficie indaganda continetur, i.e. = complemento anguli incidentiae.

Fascis luminis dX reflectitur a superficie X, et lumen reflexum magis minusve polare est. Quare si per frustum Crystalli Islandicae, cuius sectio principalis vel limbo parallela, vel ad eum perpendicularis est, imaginem foraminis d' contemplaris reflexam, duas imagines eius conspicis, quarum altera minus lucida est, quam altera. Quodsi inveniendus est angulus incidentiae, sub quo perfectissima fiat fascis reflexi polarisatio, i.e. sub quo exilior illa imago minime lucida sit, opus est, ut observatoris oculus Crystallo Islandica munitus fascem reflexum sequatur, dum alidada ultro citroque ducitur. Quod ut commode fieri possit, hic accedit apparatus.

Posteriori circuli parti adhibita est altera alidada EG, quae sustinet 1) arcum dentatum ee, cuius dentes prehenduntur dentibus rotulae B, 2) affixum huic arcui tubulum Fff, cuius alterum latus ff apertum est, alterum autem apud F foramen habet, cuius diametrus decimam pollicis partem efficit. Arcus ee 45 continet gradus totidemque habet dentes, circulus AAA autem in tota peripheria 360 habet dentes, ita ut et in hoc et in illo quisque dens unum gradum expleat. Rotula B, quippe quae ab altera parte prehendit dentes fixi circuli AAA, ab altera dentes arcus mobilis ee, cum convertitur, 1) ipsa movetur in margine circuli AAA, simulque 2) arcum ee totidem gradus supra se provehit. Quomodocunque igitur rotula B ducitur, anguli CXd' et BXF tantodem vel augentur vel diminuuntur; ergo si una aliqua positione alidadae BC alidada EG ita collocatur, ut $\angle BXF = \angle CXd'$, necesse est, quaque positione anguli isti sibi aequales sint. Quod si

ita est, fascis luminis incidens dX directione XF per foramen F reflectitur. Hoc igitur apparatu id efficitur, ut, quomodocunque alidada ducitur, fascis reflexus semper per foramen F transgrediatur, neque quidquam ad radium reflexum continuo sequendum opus sit, nisi ut oculus supra foramen F teneatur.

Tubulus Fff frustum *Crystalli Islandicae* continet, quod, ut duae imagines magis divergant, in acuti prismatis formam redactum est (cuius angulus inclinationis circiter 9° explet). Communis utriusque superficiei sectio principalis ad limbum perpendicularis collocata est, ita ut imago ordinaria evanescat ([1]).

Iam usus instrumenti facile intelligitur: *Superficiem indagandam, apud X insertam per foramen F inspiciens alidadam ultro citroque duco, donec foraminis d' imago reflexa, per usitatam refractionem visa vel evanescat, vel minime lucida sit; iam lego angulum a nonio C indicatum, qui est complementum anguli polarisationis.*

Quod pertinet ad conditiones in descriptione huius instrumenti postulatas, ponamus primo, discum perforatum bbb ceterasque instrumenti partes recte collocatas esse, neque ulla exstare vitia, nisi quae oriuntur, si superficies indaganda superiori margini disci bbb non parallela inserta est. Hoc vitium, quod pauca minuta prima nunquam excedit, in duo potest seiungi: 1) superficies indaganda lineae collimationis non respondet, 2) ad limbum non perpendicularis est. Quorum prius corrigitur, dum post unam pluresve observationes factas annulus ccc 180° in disco perforato convertitur totidemque hac positione

Vitia in-menti e-minata correcti inde de-tae. §. 28

([1]) Constat, vice *Crystalli Islandicae* non solum omne aliud corpus lucem dupliciter refringens; sed etiam quemlibet alium adhiberi posse apparatum, quo altera polarisatio gignatur in plano ad planum prioris polarisationis perpendiculari, v. c. discum *Turmalini* vel *Calcedonii;* maior autem observationum fides mihi visa est, si praeter imaginem evanescentem alia exstat lucida (quae hic est extraordinaria), quia tunc facile percipitur, si forte lucerna plenum lumen in superficiem indagandam non mittit.

mensiones instituuntur et ex utrisque valor medius sumitur, quia his duabus positionibus vitium illud sensu opposito evadit.

Alterum vitium, a superficiei positione ad limbum non perpendiculari ortum, hac quidem ratione corrigi nequit; est vero (ut infra §. 31. apparebit) tam exigui momenti, ut omnino negligi possit.

§. 29. Sed quoad ipsum instrumentum plurimum interest, 1) ut discus *bbb* 2) ut tubulus *dd'* recte sint collocati.

Ponamus, marginem superiorem disci perforati *bbb* non respondere lineae collimationis, sed angulum exiguum γ cum ea comprehendere; deinde eundem non esse perpendicularem ad limbum, sed angulum $90 + \delta$ cum eo includere; porro lineam *dd'X* limbo non esse parallelam, sed angulum ε cum eo formare; denique eiusdem lineae proiectionem, quae ad limbum perpendicularis cogitetur, non concidere cum radio per 0° ducto, sed parvum angulum ζ cum eo comprehendere; tum quidem opus est, ut angulis hoc instrumento observatis quoad vitia γ et ζ constans et quoad vitia δ et ε mutabilis adhibeatur correctio.

§. 30. Primum, omissa hac correctione mutabili, constantem illam consideremus. Angulus a nonio indicatus, quavis alidadae positione, 1) vitio γ, 2) vitio ζ, atque ita, si eodem sensu evadunt, eorum summa, sin opposito sensu, eorum discrimine maior minorve est, quam esse debet. Haec igitur summa vel differentia, quae littera *c* designetur, est parvula quantitas aut ad angulum lectum addenda, aut ab eo subtrahenda. Quam hac ratione inveni ([1]).

Annulo *ccc* inserui speculum metallicum planum, ita ut cum superiore margine disci perforati *bbb* in unum planum incideret. Iam quum alidadam *GEF* e dentibus rotulae *B* expedivissem, ut nonium *C* in eum circuli locum ducere possem, cui inscriptum est 90°, per

---

([1]) Singulos invenire angulos γ et ζ, non opus est; ceteroquin facillime reperiri possent methodo illius simili, qua ad vitia δ et ε singula invenienda usus sum, et quam paragrapho sequente describam.

foramina tenuia d et d' inspexi speculum metallicum, et alidadam ita collocavi, ut imaginem foraminis d' in illo conspicerem reflexam in medio parvulo spatio, quod per illa foramina videri poterat. Iam igitur speculum illud perpendiculare erat ad lineam $dd'X$, et necesse erat, nonium indicare 90°, si vitium $c = 0$ erat; sin minus, differentia inter 90° et angulum a nonio indicatum aequalis erat vitio quaesito c.

Ut vitium, quod in ea examinatione exsistere necesse erat, si speculum disci margini non parallelum erat insertum, corrigeretur, opus erat, annulum ccc (ut supra §. 28.) in disco bbb 180° converti, mediumque valorem ex observationibus utraque positione factis sumi.

Hac ratione inveni medium e 20 mensionibus valorem vitii c

$$= 0^\circ \quad 0',1$$

et serius, postquam observationes hoc instrumento factas finivi, medium valorem e 10 mensionibus

$$= 0^\circ \quad 0',05$$

quae quantitas addenda est ad angulum a nonio indicatum. Maximae differentiae inter singulas mensiones et valorem medium in his observationibus non excedunt 3'.

Simili modo vitia δ et ε non quidem dimetiri, sed satis accurate aestimare potui. Inspicienti enim per foramina d et d' speculum illud metallicum, quod eadem, quam modo dixi, ratione positum erat, imago reflexa non apparuit in ipso medio spatio per foramina illa viso, sed paullulum ad dexteram vergens; quam differentiam angulum circiter 0° 3' efficere aestimavi; hic angulus designetur littera μ. Ducto deinde nonio C in eum circuli locum, cui inscriptum est 270°, speculum ab opposita parte inserui, ita ut iterum ad tubulum dd' spectaret. Iam inspicienti per foramina d et d' visa est imago foraminis d' paullulum ad sinistram vergens; designetur haec differentia, quam fere 0° 2' efficere aestimavi, littera ν. §. 31

Ceterum hic quoque (ut supra) vitia e falsa speculi insertione oriunda correcta sunt conversione annuli ccc.

Est igitur

$$\mu = 0^\circ \;\; 3' \qquad \nu = 0^\circ \;\; 2'$$

Patet vero, μ esse summam et ν differentiam vitiorum δ et ε, et

$$\delta = \frac{\mu + \nu}{2} = 0^\circ \;\; 2',5$$

$$\varepsilon = \frac{\mu - \nu}{2} = 0^\circ \;\; 0',5$$

Ex his duobus vitiis correctio exsistit, quam vero tam exigui esse momenti, ut plane negligi possit, illico apparebit.

Angulus a nonio C indicatus sit, adhibita correctione c, $= 90^\circ - P$ et, adhibita correctione e δ et ε oriunda, $= 90^\circ - P'$, ita ut P' sit verus angulus incidentiae.

(Fig. 10.) Per punctum C (Fig. 10.), ubi radius in superficiem indagandam incidit, ponatur planum ACB limbo parallelum. Si EC est radius incidens, qui cum plano isto angulum $ACE = \varepsilon$ comprehendit, et CD linea est perpendicularis ad superficiem reflectentem, quae linea cum eodem plano illo angulum $BCD = \delta$ continet, est

$$\angle ACB = P \qquad \angle ECD = P'$$

Iam si e centro C describuntur arcus AB, AE, BD, DE et BE, in triangulis ABE et BDE est

$$AB = P \quad ED = P' \quad AE = \varepsilon \quad BD = \delta$$
$$\angle ABD = \angle BAE = 90^\circ$$

ergo

$$\cos BE = \cos AE \,.\, \cos AB$$
$$\sin ABE = -\cos EBD = \frac{\sin AE}{\sin BE}$$

$$\cos ED = \cos BD \,.\, \cos BE + \sin BD \,.\, \sin BE \,.\, \cos EBD$$
$$= \cos AB \,.\, \cos BD \,.\, \cos AE - \sin BD \,.\, \sin AE$$

$$\cos P' = \cos P \cos \delta \cos \varepsilon - \sin \delta \sin \varepsilon$$

Cuius aequationis, si μ et ν vice δ et ε introducuntur, haec evadit forma:

$$\cos P' = \cos P \frac{\cos\nu + \cos\mu}{2} - \frac{\cos\nu - \cos\mu}{2}$$

$$= \frac{(1 + \cos P)\cos\mu - (1 - \cos P)\cos\nu}{2}$$

$$= \cos\mu \cos\tfrac{1}{2}P^2 - \cos\nu \sin\tfrac{1}{2}P^2$$

$$\sin\tfrac{1}{2}P'^2 = \cos\tfrac{1}{2}P^2 \sin\tfrac{1}{2}\mu^2 + \sin\tfrac{1}{2}P^2 \cos\tfrac{1}{2}\nu^2$$

$$\sin\tfrac{1}{2}P'^2 - \sin\tfrac{1}{2}P^2 = \sin\tfrac{1}{2}(P' - P)\sin\tfrac{1}{2}(P' + P)$$

$$= \cos\tfrac{1}{2}P^2 \sin\tfrac{1}{2}\mu^2 - \sin\tfrac{1}{2}P^2 \sin\tfrac{1}{2}\nu^2$$

et propter parvitatem angulorum μ et ν et $P - P'$

$$\tfrac{1}{2}(P' - P)\sin P = \tfrac{1}{4}\mu^2 \cos\tfrac{1}{2}P^2 - \tfrac{1}{4}\nu^2 \sin\tfrac{1}{2}P^2$$

$$P' - P = \tfrac{1}{4}\mu^2 \operatorname{cotg}\tfrac{1}{2}P - \tfrac{1}{4}\nu^2 \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}P$$

quae est correctio quaesita. Tanto maior ea evadit, quanto minor P est; quum vero inter omnes observationes meas P nunquam minor sit, quam 55°, et posito angulo $P = 55°$, correctio $P' - P$ etiam minor, quam 0° 0′ 0″,1 sit, ea correctio in instrumento tantum prima minuta indicante omnino negligi potest.

Ut positio foraminis F (Fig. 9.) recta sit, i. e. talis, ut eius me- §. 32.
dium respondeat mediae parti fascis reflexi, ambas alidadas ita fere, ut in Fig. 9. sunt delineatae, collocavi, et inspiciens per foramina d et d' speculum metallicum, annulo ccc ita, ut supra descriptum est, insertum, vidi imaginem foraminis F; cuius positionem ita mutavi, ut eius medium in medio appareret spatio per foramina d et d' viso; haec est recta, quae postulatur, positio.

Quum instrumentum uno tantum nonio ornatum sit, necessarium §. 33.
mihi visum est indagare, num forte valde eccentrica sit alidada, id quod interdum in minoribus instrumentis accidit. Quare prope rotulam B indicem alidadae adhibui, quem accurate in aliqua circuli divisi linea collocavi, et lecto, quem nonius indicavit, angulo, supra lineam statui 45° ab illa remotam. Si nulla erat eccentricitas, necesse erat,

angulus a nonio iam indicatus accurate 45° a priore illo differret. Hac ratione quum per totam circuli peripheriam indicem illum ducerem et supra quadragesimum quintum quemque gradum sisterem, omnino nullam percipere potui eccentricitatem, quae igitur multo minor sit, quam 1′, necesse est.

II.

ANGULORUM POLARISATIONIS VALORES OBSERVATI CUM EORUNDEM VALORIBUS SECUNDUM BREWSTERI LEGEM COMPUTATIS COMPARATI.

§. 34. De observationum fide et numero. Constat, lumen sub omnibus incidentiae angulis magis minusve per reflexionem fieri polare, et hanc polarisationem sensim sensimque fieri perfectiorem, si angulus incidentiae paullatim mutetur. Quare duarum imaginum, in quas fascis reflexus in Crystallo Islandica apud *F* (Fig. 9.) dividitur, altera (usitate refracta) exilior est, quam altera (inusitate refracta), et paullatim, si alidada ducitur, ad minimum claritatis pervenit. Quum igitur aestimatione invenienda sit ea alidadae positio, qua imago illa minime lucida sit, singularum observationum fides aliquatenus dubia est. Neque vero aestimatio illa in omnibus corporibus aeque incerta est, quia non in omnibus polarisatio aeque perfecta est (1). Quam in solo *Fluore spathoso* tam perfectam inveni, ut non multum absit, quin exilior illa imago plane evanescat. In ceteris corporibus minus perfectam eam inveni, ac praecipue in *Zinco sulphurato* exilior illa imago semper admodum lucida exstat, quo fit, ut aestimatio ista minus certa sit.

Quare in omni superficie indaganda 20 saltem, et, ubi singularum observationum fides magis dubia erat, plures (ad 40 usque) institui mensiones, e quibus medium sumpsi valorem. Nec non ita duxi

(1) Cf. priorem adnotationem in dissertationis fine.

alidadam, ut alterne nunc inde a minore, nunc a maiore angulo incidentiae ad eum situm pergerem, ubi imago minime lucida esse mihi visa est. Priore casu plerumque angulos inveni paullo minores, posteriore paullo maiores, quam medium valorem, unde eo verisimilius est, summam vitiorum positivorum aequalem esse negativorum summae, eoque maior est valoris medii fides.

Maxima differentia inter singulos valores observatos et valores medios in plerisque corporibus est circiter 20′ et tantum in paucissimis 30′ excedit. Valores medii e 20, immo e 10 observationibus, in una eademque superficie institutis, paucis tantum minutis primis inter se differunt.

Anguli servati comput §. 3. Prima sionum ries.

Superficies, in quibus primo angulos polarisationis observavi, eaedem sunt, quibus antea tanquam prismatum lateribus ad explorandam vim refringentem usus eram; quarum plurimae sex vel octo mensibus ante a mechanico erant tornatae. Citabo valores medios in singulis superficiebus observatos una cum valoribus e Brewsteri lege computatis et differentiis inter hos et illos intercedentibus. Computatio angulorum polarisationis nititur in valoribus virium refringentium ad medium spectrum flammae *oleariae* pertinentibus, quos §. 26. exhibui.

1) *Fluor spathosus non coloratus.*

Ang. pol. computatus	55°	7′			
» » observatus in altera superficie	55	9	diff. inter val. obs. et comput.	+ 0°	2′
» » » » altera »	55	6	» » » » » »	— 0	1

2) *Fluor spathosus caeruleus.*

Ang. pol. computatus	55	7			
» » observatus in altera superficie	55	14	» » » » » »	+ 0	7
» » » » altera »	55	9	» » » » » »	+ 0	2

3) *Opalus communis.*

Ang. pol. computatus	55	26			
» » observatus in altera superficie	55	39	» » » » » »	+ 0	13
» » » » altera »	55	41	» » » » » »	+ 0	15

4) *Vitrum A.*

Ang. pol. computatus	56°	32′									
» » observatus in altera superficie	56	32	diff. inter val. obs. et comput.							0°	0′
» » » » altera »	56	46	»	»	»	»	»	»	+	0	14

5) *Vitrum B.*

Ang. pol. computatus	56	46									
» » observatus in altera superficie	56	37	»	»	»	»	»	»	—	0	9
» » » » altera »	56	36	»	»	»	»	»	»	—	0	10

6) *Vitrum C.*

Ang. pol. computatus	56	52									
» » observatus in prima superficie	57	6	»	»	»	»	»	»	+	0	14
» » » » secunda »	57	3	»	»	»	»	»	»	+	0	11
» » » » tertia »	57	14	»	»	»	»	»	»	+	0	22

7) *Vitrum D.*

Ang. pol. computatus	57	13									
» » observatus in altera superficie	57	19	»	»	»	»	»	»	+	0	6
» » » » altera »	57	20	»	»	»	»	»	»	+	0	7

8) *Vitrum E.*

Ang. pol. computatus	57	38									
» » observatus in altera superficie	57	15	»	»	»	»	»	»	—	0	23
» » » » altera »	57	0	»	»	»	»	»	»	—	0	38

9) *Vitrum F.*

Ang. pol. computatus	58	19									
» » observatus in prima superficie	58	12	»	»	»	»	»	»	—	0	7
» » » » secunda »	58	17	»	»	»	»	»	»	—	0	2
» » » » tertia »	58	8	»	»	»	»	»	»	—	0	11

10) *Pyropus.*

Ang. pol. computatus	61	8′									
» » observatus in altera superficie	60	28	»	»	»	»	»	»	—	0	40
» » » » altera »	60	42	»	»	»	»	»	»	—	0	26

11) *Zincum sulphuratum flavum.*

Ang. pol. computatus	67	7									
Ang. observatus in fissura nativa	66	46	»	»	»	»	»	»	—	0	21
» » » superficie tornata ..	66	35	»	»	»	»	»	»	—	0	32

Haec brevius exhibentur in tabula sequenti, aeque constructa, ac Brewsteri tabula §. 3. citata. Qui in tertia columna continentur valores, medii sunt ex angulis, quos in singulis superficiebus observatos modo citavi.

NOMINA CORPORUM.	ANGULI POLARISATIONIS COMPUTATI.		ANGULI POLARISATIONIS OBSERVATI.		DIFFERENTIAE.	
Fluor spathosus non coloratus	55°	7′	55°	7′	0°	0′
Fluor spathosus caeruleus . .	55	7	55	11	+ 0	4
Opalus communis	55	26	55	40	+ 0	14
Vitrum A.	56	32	56	39	+ 0	7
Vitrum B.	56	46	56	36	− 0	10
Vitrum C.	56	52	57	8	+ 0	16
Vitrum D.	57	13	57	19	+ 0	6
Vitrum E.	57	38	57	7	− 0	31
Vitrum F.	58	19	58	12	− 0	7
Pyropus	61	8	60	35	− 0	33
Zincum sulphuratum flavum .	67	7	66	41	− 0	26

Summa differentiarum positivarum in his 11 corporibus = 47′
» » negativarum » » » » = 107′

In plurimis superficiebus indagatis differentiae intercedentes inter valores observatos et computatos maiores sunt, quam quae solis fortuitis observationum vitiis imputari possint (cf. supra §. 34.). Has autem differentias in eo positas esse, quod Brewsteri lex non accurate valeat, iam propterea non verisimile videbatur, quia angulorum in diversis eiusdem corporis superficiebus observatorum, differentiae sunt maiores, quam quae e solis fortuitis observationum vitiis exspectari §. 3[illegible] Animadversiones a[illegible] observationes.

possunt. Potius suspicandum erat, superficies non fuisse tam puras et toti corporis massae homogeneas, quam hic, ubi de solius superficiei vi agitur, opus est. Id eo facilius potuit accidere, quia pleraeque earum plures ante menses a mechanico tornatae et ante has observationes iam ad metiendam vim refringentem usurpatae erant, quo varias contagiones expertae esse poterant.

Nullam quidem observationem institui, nisi superficie quam accuratissime depurata; attamen, ut mihi persuaderem, num hoc sufficeret, finitis, quas modo citavi, mensionibus angulum polarisationis in superficie, de cuius integritate certior essem, indagare constitui.

§. 37. Nova observationum series. *Vitrum E.* adhibui, quippe quod omnium, quae indagavi vitra, maximas praebuerat differentias. Tertia prismatis superficies in eo non polita erat. Quam quum ipse tornassem et polivissem, instrumento inserui, eiusque angulum polarisationis disquisivi; inveni medium e 20 observationibus valorem 57° 40′,6; computatus autem valor est 57° 38′,5, itaque differentia = + 0° 2′,1. Deinde eiusdem prismatis superficiem eam, quae antea differentiam dederat — 0° 38′, denuo polivi, et angulum polarisationis in ea dimensus sum, quem inveni = 57° 41′,4, ita ut differentia sit = + 0° 2′,9.

Quum hae exiguae differentiae intra fines contineantur vitiorum fortuitorum, quae ex imperfecta observatione oriuntur, omnium corporum, quae antea indagaveram, angulos polarisationis in superficiebus novis et quam integerrimis denuo disquisivi; usurpavi enim in *Zinco sulphurato* fissuram recentem, in ceteris autem corporibus superficies a memet ipso in hunc finem recens tornatas atque politas.

Omnes has superficies smiride et aqua in tabula vitrea tornavi, colcothari et aqua in serico vel erioxylo polivi, et aqua lavi.

Valores his mensionibus explorati in tabula sequenti proponuntur, cui eadem est institutio, quae ambabus prioribus (§. 3 et 35.). Valor observatus anguli polarisationis quoad *Vitrum E.* medius est ex ambabus, quas modo citavi, mensionibus, quoad *Pyropum* medius e

vicenis observationibus in utraque superficie recens tornata institutis (quarum alterae 61° 3',3, alterae 61° 4',8 dederunt); in *Zinco sulphurato* ambas disquisivi, quae per fissuram diremtae sunt, superficies recentes, quarum altera medium e 20 mensionibus valorem dedit 67° 8',2, altera 67° 8',1. Ceteri, qui in tabula continentur valores observati, medii sunt e vicenis observationibus, quas in singulis superficiebus recens tornatis atque politis institui.

NOMINA CORPORUM.	ANGULI POLARISATIONIS COMPUTATI.		ANGULI POLARISATIONIS OBSERVATI.		DIFFERENTIAE.	
Fluor spathosus non coloratus	55°	6',7	55°	6',7	0°	0',0
Fluor spathosus caeruleus . .	55	7,0	55	3,8	− 0	3,2
Opalus communis	55	26,3	55	29,3	+ 0	3,0
Vitrum A.	56	32,2	56	36,0	+ 0	3,8
Vitrum B.	56	46,4	56	45,5	− 0	0,9
Vitrum C.	56	52,0	56	50,2	− 0	1,8
Vitrum D.	57	12,6	57	12,6	0	0,0
Vitrum E.	57	38,5	57	41,0	+ 0	2,5
Vitrum F.	58	19,4	58	16,6	− 0	2,8
Pyropus	61	7,7	61	4,0	− 0	3,7
Zincum sulphuratum flavum .	67	7,0	67	8,2	+ 0	1,2

Summa differentiarum positivarum in his 11 corporibus = 10',5

» » negativarum » » » » = 12',4.

Magna, quae inter computatos et directe observatos angulos polarisationis intercedit, congruentia quam maxime confirmat, quoad corpora lucem simpliciter refringentia, legem BREWSTERI: §. 3[illegible] Disquisi[illegible] summ[illegible]

Quod index refractionis aequalis est Tangenti anguli polarisationis

atque probat, plurimum interesse, quoad hanc legem experientia tentandam, ut superficies indagata toti corporis massae quam maxime homogenea sit.

§. 39. De MALI dicto §. 1. citato. MALI, quod §. 1. citavi, dictum, angulum polarisationis a vi refringente non pendere, sine dubio nititur in observationibus, quae perfecta illa superficierum integritate carebant. Quum MALUS observasset, angulum polarisationis *in universum* maiorem esse in corporibus, quibus maior insit vis refringens, sufficiebant mensiones nonnullae similes illis, quae ad *Vitra D.* et *E.* pertinentes in tabula §. 35. exhibentur (quorum *E.*, quamvis lumen magis refringat, quam *D.*, minorem dedit angulum polarisationis), unde concluderet, certum aliquem nexum inter vim refringentem et angulum polarisationis non intercedere.

§. 40. De superficierum mutatarum causa. Mutationis illius, qua superficies primo indagatae laborabant, quae sit causa, ex observationibus meis certo colligi nequit. Chemicam aliquam mutationem in superficiebus aëri expositis gigni, (praecipue in vitris) cogitari quidem potest; non vero haec principalis, qua anomaliae illae ortae sint, causa esse mihi videtur. Quum enim *Vitri C.* superficiem a me politam post sex hebdomades denuo indagarem, inveni anguli polarisationis valorem medium e 20 mensionibus: 56° 54',6, et post quatuordecim hebdomades: 56° 51',8; computatus autem valor est 56° 52',0, differentia igitur priore casu = +0° 2',6, altero = −0° 0',2, quae sunt adeo intra fines fortuitorum errorum observationis contentae, ut plane nulla superficiei mutatio interea locum habuisse videatur.

Contra, quum superficiem *Vitri E.* a me confectam, cuius angulus polarisationis legi Tangentium responderat, postea a mechanico denuo tornandam atque poliendam curassem et talem, qualem ab hoc accepi, indagarem, anguli polarisationis valorem medium e 20 observationibus inveni 58° 7',0; computatus angulus est 57° 38',5, differentia igitur = +0° 28',5. Primae duae observationes in eodem prismate in-

stitutae (§. 35.) differentias dederant — 0° 23′ et — 0° 38′. Exinde suspicandum est, mutationes superficierum, quibus tum hae, tum ceterarum observationum §. 35. citatarum differentiae ortae sint, e ratione potissimum, qua prismata a mechanico tractata sint, exstitisse.

Quum in observatione modo citata, in *Vitro E.* instituta, differentia satis magna sit *positiva*, in primis autem duabus (§. 35.) satis magna *negativa*, causa mutationis illius haud dubie admodum fortuita est. Quare verisimillimum duco, *mechanicam contaminationem* (quae forsitan in detergendis prismatibus post politionem factam orta est) causam esse superficierum mutatarum non modo in hoc corpore, sed in omnibus, quae in priore illa indagatione mea Brewsteri legi non respondere videbantur.

ADNOTATIONES.

1) Adnotatio ad §. 34.

De polarisatione per reflexionem genita non aeque perfecta.

Commemoravi §. 34., polarisationem non in omnibus corporibus aeque perfectam gigni per reflexionem. Est enim in universum minus perfecta in corporibus, quibus maior vis refringens. BREWSTERO, qui idem phaenomenon observavit, imperfectior illa polarisatio e maiore dispersu potius, quam refractione explicanda videtur ([1]). Qua cum opinione observationes meae in eo consentiunt, quod non tantum (ut supra dixi) perfectissimam inveni polarisationem in *Fluore spathoso*, cui praeter exiguam vim refringentem exigua inest vis dispergens, maxime autem imperfectam in *Zinco sulphurato*, quod maxime lumen in colores dispergit; sed etiam in *Adamante*, quem ut corpus etiam maiore, quam *Zincum sulphuratum*, vi refringente, multo autem minore vi dispergente praeditum, cum illo comparavi, multo perfectiorem inveni polarisationem, quam in *Zinco sulphurato* ([2]).

Numeri nonnulli ad *Adamantem* pertinentes.

In *Adamante* illo, quem in hunc usum vir clarissimus WEISS benigne mihi praebuit, perfectissimam inveni luminis polarisationem per reflexionem sub angulo

$$67^\circ \quad 24',7$$

(qui valor medius est e 20 mensionibus). Non autem hic valor admodum certus, sed probabiliter nimis parvus est, tum quia suspicandum

([1]) *Philosophical Transactions*. 1815. p. 152 seqq.

([2]) BIOTUS dicit (*Traité de Phys*. 1816. T. III. p. 289.), varia *Adamantis* exemplaria quoad hanc minus perfectam polarisationem maxime inter se differre.

est, superficiei contaminationem, si qua sit, oriri a materia, quae minorem vim refringentem, itaque minorem angulum polarisationis habeat, tum quia index refractionis, si ex angulo illo secundum legem BREWSTERI computaretur, evaderet = 2,404, qui minor est, quam ullus qui in *Adamante* observatus est.

Idem probabiliter de angulis a BIOTO et ARAGONE observatis valet. Invenit enim

BIOTUS (¹)	angulum polarisationis	in	*Adamante*		67°	0′
ARAGO (¹)	»	»	»	»	67	13
BREWSTERUS	»	»	»	»	68	1

Qui autem e diversis valoribus vis refringentis computantur anguli polarisationis, hi sunt:

ex	indice	refractionis	2,439 (NEWTON)	angulus	polarisationis	67°	42′
»	»	»	2,470 (BREWSTER)	»	»	67	58
»	»	»	2,487 (BREWSTER)	»	»	68	6
»	»	»	2,755 (ROCHON)	»	»	70	3

---

2) Adnotatio ad §. 24.

Cum proprietate illa §. 24. commemorata, quod *flamma spiritus vini* per prisma conspecta in colores paene non dispergitur, alia nexa est eiusdem flammae virtus, non minus insignis, quam quum nusquam commemoratam legerim, hoc loco allegabo, quamvis proprie non ad materiam huius dissertationis pertineat.

Quid flamma spiritus vini in illustrandis coloribus efficiat.

Contemplanti enim obiecta colorata, omni alio lumine praecluso, a sola flamma spiritus vini illustrata colores magis minusve diversi videntur à coloribus, quos eadem obiecta lumine diurno illustrata exhibent.

Rubri enim colores apparent *badii*; qui ad *purpureum* vergunt, speciem gerunt *badii* in *violaceum* et *lilacinum* vergentis, qui ad *miniatum*, *badii* in *gilvum* atque *hepaticum* colorem vergentis.

(¹) BIOT *Traité de Phys.* 1816. T. III. p. 288.

Aurantiacum, etiamsi saturum, simile est *flavo satis pallido.*

Flavum inter omnes colores minime mutatur; paullisper pallidius videtur, quam lumine diurno, neque ab aurantiaco a flamma spiritus vini illustrato nisi pallore paullulum differt.

Viride ad similitudinem *cani* magis minusve puri accedit.

Caeruleum speciem praebet *lilacini canescentis*.

Violaceum magis ad badium vergit, quam lumine diurno.

Flamma spiritus vini, in quo Sal commune solutum est, in his quoque phaenomenis a flamma puri spiritus vini non differt, nisi eo, quod colores clarius illustrat.

VITA.

Ego Ludovicus Fridericus Guilelmus Augustus Seebeck, natus sum Ienae die XXVII Dec. anni MDCCCV, patre Thoma Ioanne, Medicinae Doctore et abhinc undecim annis Academiae litterarum Berolinensis sodale, matre e gente Boyiana. Anno MDCCCXII cum parentibus Norimbergam perveni, ubi in Gymnasio regio primis litterarum rudimentis imbutus sum. Anno MDCCCXIX parentes secutus sum Berolinum, quam ut patriam pia mente colo urbem. Ubi quum Gymnasium Leucophaeum per quinque fere annos frequentassem, anno MDCCCXXIV post festum Paschatis almae, quae in hac urbe floret, Universitatis civium numero adscriptus sum, Rectore Magnifico Hoffmann, et Philosophiae nomen dedi Decano Spectabili Ideler. Per quatuor annos scientiae naturali, mathesi, philosophiae operam dedi et scholas adii V. V. Ill. Dirksen, Encke, Erman, Hayne, Hegel, Hermbstaedt, ab Humboldt, Ideler, Mitscherlich, C. Ritter, H. Ritter, H. Rose, G. Rose, Rudolphi, Weiss, quibus quantum debeam, nihil antiquius habeo, quam ut grata mente profitear. Absoluto cursu academico ad physicen praecipue incubui. Per semestre aestivum anni MDCCCXXIX physicen, chemiam, mineralogiam tradidi in Gymnasio Friderico-Werderiano, tum vero pro ea, quae in hac civitate lex est, per annum militia functus sum.

THESES.

1) Non experientia probatur gravitationis lex, mutuam corporum attractionem massis proportionalem esse.

2) Non est mechanices principium, ad communicandum motum tempore opus esse.

3) Errant, qui negant, angulum infinite parvum, a circulo et Tangente comprehensum dividi posse circulo maiore.

4) Neque infinite magnum, neque infinite parvum finibus carent.

5) Thomas Young non iure animadvertit, methodum, quam Wollaston ad explorandam vim refringentem adhibuerit (*Philos. Trans.* 1802.), valores praebere ad extremum radium rubrum pertinentes.

Fig. 1.

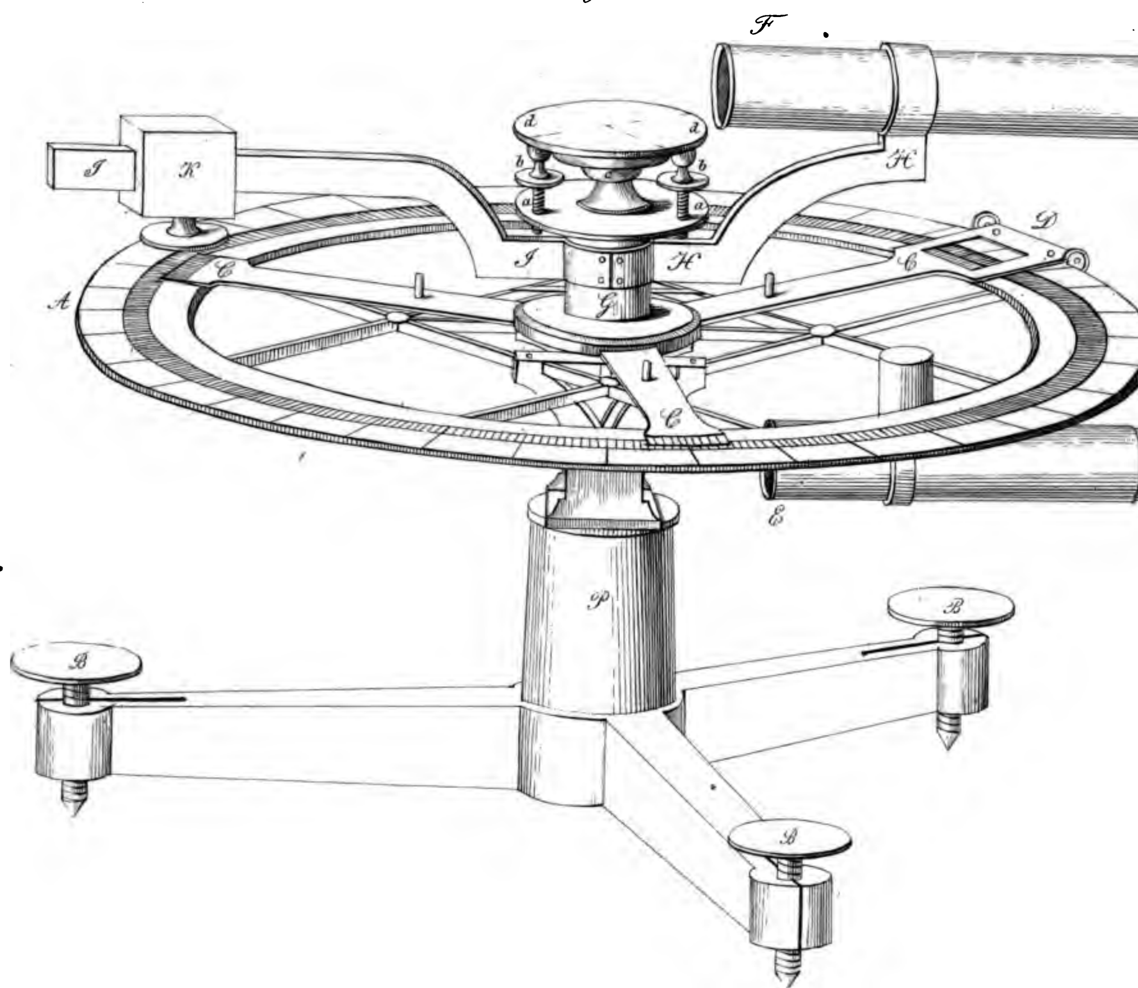


Fig: 9.

